



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0097528

(43) 공개일자 2023년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B25J 9/16 (2006.01) B25J 19/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B25J 9/1653 (2013.01)

B25J 19/023 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0187108

(22) 출원일자 2021년12월24일

심사청구일자 2021년12월24일

(71) 출원인

동아대학교 산학협력단

부산광역시 사하구 낙동대로550번길 37, 동아대학교 내 (하단동)

(72) 발명자

강대성

부산광역시 금정구 금샘로 262, 204동 1602호(구 서동, 쌍용예가2단지)

배경환

부산광역시 남구 홍곡로57번길 20 정원아파트 다동 108호

(74) 대리인

황창욱

전체 청구항 수 : 총 8 항

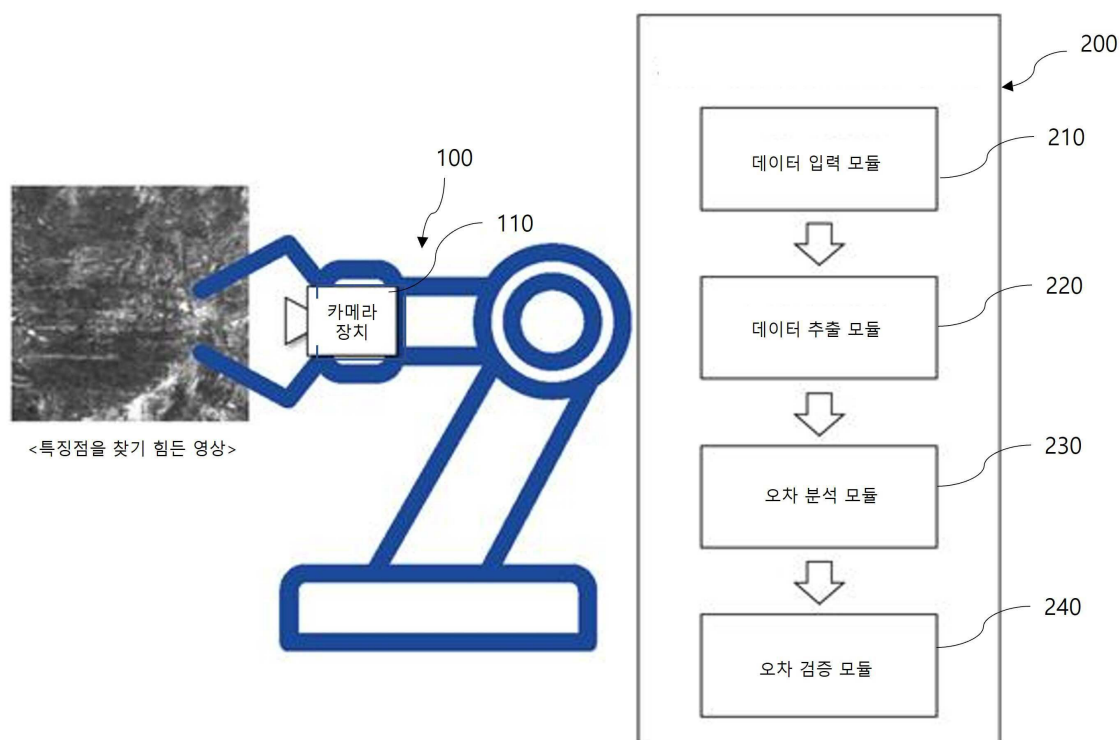
(54) 발명의 명칭 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 기 설정된 기본 이동 단위만큼 이동하는 로봇에 장착된 카메라 장치를 통해 상기 로봇의 움직임에 따른 영상 정보를 획득하는 데이터 입력 모듈; 상기 데이터 입력 모듈에서 제공되는 영상 정보에 대해 현재 영상 프레임과 이전 영상 프레임의 전체 화면에 대

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



해 기 설정된 크기의 마스크를 설정하여, 마스크 분석을 통해 영상 프레임간의 움직임 변화량 정보를 추출하는 데이터 추출 모듈; 상기 데이터 추출 모듈에서 프레임마다 추출한 움직임 변화량 정보를 극좌표계로 변환하여 영상 프레임당 크기와 각도의 중앙값을 누적하여 누적값을 산출하고, 상기 로봇의 이동이 완료되면 상기 누적값을 로봇의 기본 이동 단위에 대한 비전 오차 정보로 제공하는 오차 분석 모듈; 및 상기 오차 분석 모듈에서 산출한 비전 오차 정보를 기반으로 한 로봇의 이동값에 따라 로봇을 이동시켜 기 설정된 검증 영역에서의 이미지 유사도 검사를 통해 상기 비전 오차 정보의 유효도를 검증하는 오차 검증 모듈을 포함하는 시스템일 수 있다.

(52) CPC특허분류

B25J 9/1664 (2013.01)

B25J 9/1692 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기 설정된 기본 이동 단위만큼 이동하는 로봇에 장착된 카메라 장치를 통해 상기 로봇의 움직임에 따른 영상 정보를 획득하는 데이터 입력 모듈;

상기 데이터 입력 모듈에서 제공되는 영상 정보에 대해 현재 영상 프레임과 이전 영상 프레임의 전체 화면에 대해 기 설정된 크기의 마스크를 설정하여, 마스크 분석을 통해 영상 프레임간의 움직임 변화량 정보를 추출하는 데이터 추출 모듈;

상기 데이터 추출 모듈에서 프레임마다 추출한 움직임 변화량 정보를 좌표계로 변환하여 영상 프레임당 크기와 각도의 중앙값을 누적하여 누적값을 산출하고, 상기 로봇의 이동이 완료되면 상기 누적값을 로봇의 기본 이동 단위에 대한 비전 오차 정보로 제공하는 오차 분석 모듈; 및

상기 오차 분석 모듈에서 산출한 비전 오차 정보를 기반으로 한 로봇의 이동값에 따라 로봇을 이동시켜 기 설정된 검증 영역에서의 이미지 유사도 검사를 통해 상기 비전 오차 정보의 유효도를 검증하는 오차 검증 모듈을 포함하는 것인, 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 데이터 추출 모듈은,

파너백(Gunner Farneback) 알고리즘을 사용하는 것인, 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 오차 분석 모듈은,

영상 프레임당 크기의 중앙값을 누적한 누적값(mag)과 각도의 중앙값을 누적한 누적값(ang)을 각각 산출하고, 각 누적값(mag, ang)을 이용하여 로봇의 기본 이동 단위에 대한 비전 오차 정보(Δx , Δy)를 계산하는 것인, 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 오차 검증 모듈은,

화면의 중심부를 기준으로 기 설정된 다각형 형태의 검증 영역을 생성하고, 상기 검증 영역의 일측 꼭지점을 검증 좌표 정보로 설정한 후, 화면의 중심부의 중앙 좌표 정보를 기준으로 검증 좌표 정보까지의 거리(Δa , Δb)를 산출하고, 산출된 거리를 비전 오차 정보(Δx , Δy)로 나누어 로봇의 이동값을 계산하는 것인, 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 오차 검증 모듈은,

상기 이미지 유사도 검사를 프레임간의 휘도, 대비, 구조를 비교하는 SSIM(Structural Similarity Index)을 사용하는 것인, 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템.

청구항 6

비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템에 의해 수행되는 좌표계 통합 방법에 있어서,

- a) 기 설정된 기본 이동 단위만큼 이동하는 로봇에 장착된 카메라 장치를 통해 상기 로봇의 움직임에 따른 영상 정보를 획득하는 단계;
- b) 상기 영상 정보에 대해 현재 영상 프레임과 이전 영상 프레임의 전체 화면에 대해 기 설정된 크기의 마스크를 설정하여, 마스크 분석을 통해 영상 프레임간의 움직임 변화량 정보를 추출하는 단계;
- c) 상기 b) 단계에서 프레임마다 추출한 움직임 변화량 정보를 극좌표계로 변환하여 영상 프레임당 크기와 각도의 중앙값을 누적하여 누적값을 산출하는 단계;
- d) 상기 로봇의 이동이 완료되면, 상기 누적값을 로봇의 기본 이동 단위에 대한 비전 오차 정보로 제공하는 단계; 및
- e) 상기 비전 오차 정보를 기반으로 한 로봇의 이동값에 따라 로봇을 이동시켜 기 설정된 검증 영역에서의 이미지 유사도 검사를 통해 상기 비전 오차 정보의 유효도를 검증하는 단계를 포함하는 것인, 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 c) 단계는,

영상 프레임당 크기의 중앙값을 누적한 누적값(mag)와 각도의 중앙값을 누적한 누적값(ang)을 각각 산출하고, 각 누적값(mag, ang)을 이용하여 비전 오차 정보(Δx , Δy)를 계산하는 것인, 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 e) 단계는,

화면의 중심부를 기준으로 기 설정된 다각형 형태의 검증 영역을 생성하고, 상기 검증 영역의 일측 꼭지점을 검증 좌표 정보로 설정하는 단계;

상기 화면 중심부의 중앙 좌표 정보와 상기 검증 좌표 정보를 기준으로 제1 비교분석영역을 추출하는 단계;

화면의 중심부의 중앙 좌표 정보를 기준으로 검증 좌표 정보까지의 거리(Δa , Δb)를 산출하고, 산출된 거리를 비전 오차 정보(Δx , Δy)로 나누어 로봇의 이동값을 계산하는 단계;

상기 로봇의 이동값만큼 로봇의 이동이 완료된 후, 상기 제1 비교분석영역을 기준으로 오차 허용값을 포함하는 제2 비교분석영역을 추출하는 단계;

상기 제1 비교분석영역을 상기 제2 비교분석영역에서 슬라이딩 윈도우하여 이미지 유사도 검사를 수행하는 단계; 및

상기 이미지 유사도 검사 결과가 기 설정된 임계치 이상인 경우에 좌표계가 통합되었다고 판단하는 단계를 더 포함하는 것인, 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 로봇의 작업 영역에 물리적인 조치사항 없이 비전 시스템의 시각적 좌표계와 로봇의 물리적 좌표계를 소프트웨어적 통합할 수 있도록 하는 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 발명의 일 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은

아니다.

- [0004] 로봇은 전기전자, 자동차, 의료 등 다양한 산업에 전반적으로 활용되고 있으며, 로봇에 비전 센서를 부착한 비전 기반 로봇은 인공지능의 발달로 인해 그 활용도가 더욱 넓어지고 있다. 예를 들어, 로봇에 장착된 비전 센서를 이용하여 로봇의 자율적인 주행경로 결정 기술, 2차원 시각정보의 3차원 공간재현, 물체 추적기술 등에 대한 많은 연구가 수행되고 있다
- [0005] 비전 로봇은 시각 기능을 담당하는 이미지 처리 기술과 이미지 분석 알고리즘을 수행하는 비전 시스템에서 움직임 단위와 로봇의 이동 단위가 다르기 때문에 좌표계 통일을 시켜주는 것이 필수적이다. 즉, 비전 시스템의 시각적 좌표계를 로봇의 물리적 좌표계로 보정해야하고, 두 좌표계가 통합되었다면 로봇의 작업이 정상적으로 진행되겠지만, 두 좌표계가 통합되지 않는다면 로봇 이동이나 동작에 오류를 유발할 수 있다.
- [0006] 현재, 현장에서는 로봇과 비전 시스템의 좌표계를 통합할 때, 비전 센서를 통해 획득된 이미지에서 분석하기 쉬운 특징점이 없으면 작업자가 직접 특징점으로 사용할 수 있는 타겟을 설치 및 표시하고, 이후에 좌표계 통일이 되었는지의 확인 작업도 작업자가 물리적인 방법으로 직접 수행하고 있다.
- [0007] 최근, 원격 근무가 활성화되는 동시에 비전 로봇이 인공지능으로 인해 더 많은 분야에서 활동이 가능해지고 있기 때문에 물리적, 공간적 한계를 극복할 수 있는 소프트웨어 기반의 좌표계 통일 시스템이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따라 로봇이 작업할 영역에서 획득된 이미지에서 특징점이 없더라도 작업자의 지원없이 비전 시스템의 시각적 좌표계와 로봇의 물리적 좌표계를 소프트웨어적 통합할 수 있도록 하는 것이 목적이 있다.
- [0010] 또한, 본 발명은 로봇의 움직임에 대한 영상 정보를 검증하고, 좌표계 통합이 성공적으로 이루어졌는지를 검증하는 절차를 작업자의 도움없이 이미지 유사도 검사를 사용하여 검증하도록 하는 것이 목적이 있다.
- [0011] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서 본 발명의 일 실시예에 따른 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템은, 기 설정된 기본 이동 단위만큼 이동하는 로봇에 장착된 카메라 장치를 통해 상기 로봇의 움직임에 따른 영상 정보를 획득하는 데이터 입력 모듈; 상기 데이터 입력 모듈에서 제공되는 영상 정보에 대해 현재 영상 프레임과 이전 영상 프레임의 전체 화면에 대해 기 설정된 크기의 마스크를 설정하여, 마스크 분석을 통해 영상 프레임간의 움직임 변화량 정보를 추출하는 데이터 추출 모듈; 상기 데이터 추출 모듈에서 프레임마다 추출한 움직임 변화량 정보를 극좌표계로 변환하여 영상 프레임당 크기와 각도의 중앙값을 누적하여 누적값을 산출하고, 상기 로봇의 이동이 완료되면 상기 누적값을 로봇의 기본 이동 단위에 대한 비전 오차 정보로 제공하는 오차 분석 모듈; 및 상기 오차 분석 모듈에서 산출한 비전 오차 정보를 기반으로 한 로봇의 이동값에 따라 로봇을 이동시켜 기 설정된 검증 영역에서의 이미지 유사도 검사를 통해 상기 비전 오차 정보의 유효도를 검증하는 오차 검증 모듈을 포함하는 것이다.
- [0014] 상기 데이터 추출 모듈은, 파너백(Gunner Farneback) 알고리즘을 사용하는 것이다.
- [0015] 상기 오차 분석 모듈은, 영상 프레임당 크기의 중앙값을 누적한 누적값(mag)과 각도의 중앙값을 누적한 누적값(ang)을 각각 산출하고, 각 누적값(mag, ang)을 이용하여 로봇의 기본 이동 단위에 대한 비전 오차 정보(Δx , Δy)를 계산하는 것이다.
- [0016] 상기 오차 검증 모듈은, 화면의 중심부를 기준으로 기 설정된 다각형 형태의 검증 영역을 생성하고, 상기 검증 영역의 일측 꼭지점을 검증 좌표 정보로 설정한 후, 화면의 중심부의 중앙 좌표 정보를 기준으로 검증 좌표 정보까지의 거리(Δa , Δb)를 산출하고, 산출된 거리를 비전 오차 정보(Δx , Δy)로 나누어 로봇의 이동값을 계산

하는 것이다.

[0017] 상기 오차 검증 모듈은, 상기 이미지 유사도 검사를 프레임간의 휘도, 대비, 구조를 비교하는 SSIM(Structural Similarity Index)을 사용하는 것이다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템에 의해 수행되는 좌표계 통합 방법은, a) 기 설정된 기본 이동 단위만큼 이동하는 로봇에 장착된 카메라 장치를 통해 상기 로봇의 움직임에 따른 영상 정보를 획득하는 단계; b) 상기 영상 정보에 대해 현재 영상 프레임과 이전 영상 프레임의 전체 화면에 대해 기 설정된 크기의 마스크를 설정하여, 마스크 분석을 통해 영상 프레임간의 움직임 변화량 정보를 추출하는 단계; c) 상기 b) 단계에서 프레임마다 추출한 움직임 변화량 정보를 극좌표계로 변환하여 영상 프레임당 크기와 각도의 중앙값을 누적하여 누적값을 산출하는 단계; d) 상기 로봇의 이동이 완료되면, 상기 누적값을 로봇의 기본 이동 단위에 대한 비전 오차 정보로 제공하는 단계; 및 e) 상기 비전 오차 정보를 기반으로 한 로봇의 이동값에 따라 로봇을 이동시켜 기 설정된 검증 영역에서의 이미지 유사도 검사를 통해 상기 비전 오차 정보의 유효도를 검증하는 단계를 포함하는 것이다.

[0019] 상기 c) 단계는, 영상 프레임당 크기의 중앙값을 누적인 누적값(mag)와 각도의 중앙값을 누적인 누적값(ang)을 각각 산출하고, 각 누적값(mag, ang)을 이용하여 비전 오차 정보(Δx , Δy)를 계산하는 것이다.

[0020] 상기 e) 단계는, 화면의 중심부를 기준으로 기 설정된 다각형 형태의 검증 영역을 생성하고, 상기 검증 영역의 일측 꼭지점을 검증 좌표 정보로 설정하는 단계; 상기 화면 중심부의 중앙 좌표 정보와 상기 검증 좌표 정보를 기준으로 제1 비교분석영역을 추출하는 단계; 화면의 중심부의 중앙 좌표 정보를 기준으로 검증 좌표 정보까지의 거리(Δa , Δb)를 산출하고, 산출된 거리를 비전 오차 정보(Δx , Δy)로 나누어 로봇의 이동값을 계산하는 단계; 상기 로봇의 이동값만큼 로봇의 이동이 완료된 후, 상기 제1 비교분석영역을 기준으로 오차 허용값을 포함하는 제2 비교분석영역을 추출하는 단계; 상기 제1 비교분석영역을 상기 제2 비교분석영역에서 슬라이딩 윈도우하여 이미지 유사도 검사를 수행하는 단계; 및 상기 이미지 유사도 검사 결과가 기 설정된 임계치 이상인 경우에 좌표계가 통합되었다고 판단하는 단계를 더 포함하는 것이다.

발명의 효과

[0022] 진술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 본 발명은 원격으로 로봇의 작업 영역에 물리적인 조치사항 없이 비전 시스템의 시각적 좌표계와 로봇의 물리적 좌표계를 소프트웨어적 통합할 수 있어 유지 보수 비용이 절감될 수 있을 뿐만 아니라, 로봇의 활용성 증대 및 생산 프로세스가 향상될 수 있고, 카메라 장치의 위치가 변경되는 상황에서도 로봇 자동화를 도모할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템을 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 추출 모듈의 데이터 추출 과정을 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 오차 검증 모듈의 오차 검증 과정을 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 오차 검증 모듈의 비교 분석 과정을 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇에서의 좌표계 통합 방법을 설명하는 순서도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇에서의 좌표계 통합 방법 중 오차 검증 과정을 설명하는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0026] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐

아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0027] 본 명세서에서 ‘단말’은 휴대성 및 이동성이 보장된 무선 통신 장치일 수 있으며, 예를 들어 스마트 폰, 태블릿 PC 또는 노트북 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 무선 통신 장치일 수 있다. 또한, ‘단말’은 네트워크를 통해 다른 단말 또는 서버 등에 접속할 수 있는 PC 등의 유선 통신 장치인 것도 가능하다. 또한, 네트워크는 단말들 및 서버들과 같은 각각의 노드 상호 간에 정보 교환이 가능한 연결 구조를 의미하는 것으로, 근거리 통신망(LAN: Local Area Network), 광역 통신망(WAN: Wide Area Network), 인터넷(WWW: World Wide Web), 유무선 데이터 통신망, 전화망, 유무선 텔레비전 통신망 등을 포함한다.
- [0028] 무선 데이터 통신망의 일례에는 3G, 4G, 5G, 3GPP(3rd Generation Partnership Project), LTE(Long Term Evolution), WIMAX(World Interoperability for Microwave Access), 와이파이(Wi-Fi), 블루투스 통신, 적외선 통신, 초음파 통신, 가시광 통신(VLC: Visible Light Communication), 라이파이(LiFi) 등이 포함되나 이에 한정되지는 않는다.
- [0029] 이하의 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 상세한 설명이며, 본 발명의 권리 범위를 제한하는 것이 아니다. 따라서 본 발명과 동일한 기능을 수행하는 동일 범위의 발명 역시 본 발명의 권리 범위에 속할 것이다.
- [0030] 또한, 본 발명의 각 실시예에 포함된 각 구성, 과정, 공정 또는 방법 등은 기술적으로 상호간 모순되지 않는 범위 내에서 공유될 수 있다.
- [0032] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템을 설명하는 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 추출 모듈의 데이터 추출 과정을 설명하는 도면이다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템(200)은, 데이터 입력 모듈(210), 데이터 추출 모듈(220), 오차 분석 모듈(230) 및 오차 검증 모듈(240)을 포함하지만 이에 한정되지는 않는다.
- [0035] 데이터 입력 모듈(210)은 기 설정된 기본 이동 단위만큼 이동하는 로봇(100)에 장착된 카메라 장치(110)를 통해 로봇의 움직임에 따른 영상 정보를 획득한다.
- [0036] 이때, 로봇(100)은 조도의 영향을 최소화하기 위해 고속 IR 카메라를 카메라 장치(110)로 사용할 수 있다. 또한, 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템(200)은 통신망을 통해 로봇(100)의 이동 속도를 제어하기 위한 제어 명령을 전송할 수 있다. 따라서 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템(200)은 정확한 분석을 위해 로봇의 이동 속도를 정상 속도보다 느리게 설정할 수 있다.
- [0037] 데이터 추출 모듈(220)은 데이터 입력 모듈(210)에서 제공되는 영상 정보에 대해 현재 영상 프레임과 이전 영상 프레임의 전체 화면에 대해 기 설정된 크기의 마스크를 설정하여, 마스크 분석을 통해 영상 프레임간의 움직임 변화량 정보를 추출한다. 이때, 데이터 추출 모듈(220)은 광학 흐름 추정을 위해 파너백(Farneback) 알고리즘을 사용한다. 여기서, 광학 흐름(optical flow)은 영상 내 물체의 움직임 패턴을 이고, 이전 프레임과 현재 프레임 간 픽셀이 이동한 방향과 거리 분포를 나타낸다.
- [0038] 도 2에 도시된 바와 같이, 특이점을 찾기 어려운 영상(a)인 경우, 데이터 추출 모듈(220)은 현재 프레임과 이전 프레임의 전체 화면에 일정한 크기의 마스크로 균등하게 분할하고(b), 마스크 영역 내 변화량(오차)을 하기 수학적 식 1을 이용하여 계산한다(c).

[0039] [수학식 1]

$$dy_f = \begin{pmatrix} dy_{(f,1,1)} & \cdots & dy_{(f,1,m)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ dy_{(f,n,1)} & \cdots & dy_{(f,n,m)} \end{pmatrix}$$

$$dx_f = \begin{pmatrix} dx_{(f,1,1)} & \cdots & dx_{(f,1,m)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ dx_{(f,n,1)} & \cdots & dx_{(f,n,m)} \end{pmatrix}$$

[0040]

[0041] 수학식 1은 프레임당 마스크의 x와 y의 변화량을 나타내는 것이고, n과 m은 기 설정된 마스크의 행과 열의 분포를 나타낸다.

[0042] 데이터 추출 모듈(220)은 마스크의 크기를 작게 할수록 더 정확한 결과를 얻을 수 있으므로, 전체 계산량을 고려하여 마스크의 크기를 설정할 수 있다.

[0043] 오차 분석 모듈(230)은 데이터 추출 모듈(220)에서 프레임마다 추출한 움직임 변화량 정보를 극좌표계로 변환하여 현재 프레임과 이전 프레임간의 변화량을 크기와 각도의 중앙값을 누적하여 누적값을 산출하고, 로봇(100)의 이동이 완료되면 누적값을 로봇의 기본 이동 단위에 대한 비전 오차 정보로 제공한다.

[0044] 하기 수학식 2는 1개의 프레임당 마스크의 변화량을 각각 극좌표계로 변경하기 위한 것이다.

[0045] [수학식 2]

$$m_f = \begin{pmatrix} \sqrt{dx_{(f,1,1)}^2 + dy_{(f,1,1)}^2} & \sqrt{dx_{(f,1,2)}^2 + dy_{(f,1,2)}^2} & \cdots & \sqrt{dx_{(f,1,m)}^2 + dy_{(f,1,m)}^2} \\ \sqrt{dx_{(f,2,1)}^2 + dy_{(f,2,1)}^2} & \sqrt{dx_{(f,2,2)}^2 + dy_{(f,2,2)}^2} & \cdots & \sqrt{dx_{(f,2,m)}^2 + dy_{(f,2,m)}^2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sqrt{dx_{(f,n,1)}^2 + dy_{(f,n,1)}^2} & \sqrt{dx_{(f,n,2)}^2 + dy_{(f,n,2)}^2} & \cdots & \sqrt{dx_{(f,n,m)}^2 + dy_{(f,n,m)}^2} \end{pmatrix}$$

$$a_f = \begin{pmatrix} \tan^{-1}(dy_{(f,1,1)}/dx_{(f,1,1)}) & \tan^{-1}(dy_{(f,1,2)}/dx_{(f,1,2)}) & \cdots & \tan^{-1}(dy_{(f,1,m)}/dx_{(f,1,m)}) \\ \tan^{-1}(dy_{(f,2,1)}/dx_{(f,2,1)}) & \tan^{-1}(dy_{(f,2,2)}/dx_{(f,2,2)}) & \cdots & \tan^{-1}(dy_{(f,2,m)}/dx_{(f,2,m)}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tan^{-1}(dy_{(f,n,1)}/dx_{(f,n,1)}) & \tan^{-1}(dy_{(f,n,2)}/dx_{(f,n,2)}) & \cdots & \tan^{-1}(dy_{(f,n,m)}/dx_{(f,n,m)}) \end{pmatrix}$$

[0046]

[0047] 오차 분석 모듈(230)은 로봇(100)의 이동이 완료될 때까지 하기 수학식 3을 이용하여 모든 프레임마다 마스크에서 발생하는 크기 변화의 중앙값을 누적한 누적값(mag)과 각도 변화의 중앙값을 누적한 누적값(ang)을 산출함으로써, 갑작스러운 카메라장치(110)의 오류나 외부 환경 변화에 대응할 수 있도록 한다.

[0048] [수학식 3]

$$mag = \sum_{f=1}^{frames} median(m_f)$$

$$ang = \sum_{f=1}^{frames} median(a_f)$$

[0049]

[0050] 오차 분석 모듈(230)은 수학식 4를 이용하여 누적값(mag, ang)을 통해 로봇(100)이 이동한 만큼의 비전 이동값을 계산하고, 수학식 5를 이용하여 로봇(100)이 기본 이동 단위에서 α만큼 곱해졌을 경우에 비전에서는 기본 단위를 찾아내기 위해서 α를 나눈다.

[0051] [수학식 4]

$$\Delta x = mag \times \cos(ang)$$

$$\Delta y = mag \times \sin(ang)$$

[0052]

- [0053] [수학식 5]
- $$\Delta x = mag \times \cos(ang)/\alpha$$
- [0054]
- $$\Delta y = mag \times \sin(ang)/\alpha$$
- [0055] 오차 검증 모듈(240)은 화면상에 검증 영역을 설정하고, 오차 분석 모듈(230)에서 산출한 비전 오차 정보(Δx , Δy)를 기반으로 한 로봇의 이동값에 따라 로봇(100)을 이동시켜 검증 영역에서의 이미지 유사도 검사를 통해 비전 오차 정보의 유효도를 검사한다.
- [0056] 이러한 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템(200)은 일반적인 의미의 서버용 컴퓨터 본체일 수 있고, 그 외에 서버 역할을 수행할 수 있는 다양한 형태의 장치로 구현될 수 있다. 구체적으로, 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템(200)은 통신 모듈(미도시), 메모리(미도시), 프로세서(미도시) 및 데이터베이스(미도시)를 포함하는 컴퓨팅 장치에 구현될 수 있는데, 스마트폰이나 TV, PDA, 태블릿 PC, PC, 노트북 PC 및 기타 사용자 단말 장치 등으로 구현될 수 있다.
- [0057] 상술한 모듈들은 본 발명을 설명하기 위한 일 실시예일 뿐, 이에 한정되지 않고 다양한 변형으로 구현될 수 있다. 또한, 상술한 모듈들은 프로세서에 의해 제어될 수 있는 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체로서 메모리에 저장된다. 또한, 각 모듈은 프로그램 모듈일 수 있고, 이러한 프로그램 모듈의 적어도 일부는 소프트웨어, 펌웨어, 하드웨어 또는 이들 중 적어도 둘 이상의 조합으로 구현될 수 있으며, 하나 이상의 기능을 수행하기 위한 모듈, 프로그램, 루틴, 명령어 세트 또는 프로세스를 포함할 수 있다.
- [0058] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 오차 검증 모듈의 오차 검증 과정을 설명하는 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 오차 검증 모듈의 비교 분석 과정을 설명하는 도면이다.
- [0059] 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이, 오차 검증 모듈(240)은 비전에서 분석하는 영상의 중심을 기준으로 영상의 1/2만큼의 크기의 사각형을 검증 영역으로 생성하고, 검증 영역의 꼭지점 중 임의의 한 곳을 검증 좌표 정보(x_1 , y_1)로 생성한다.
- [0060] 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이, 오차 검증 모듈(240)은 검증 좌표 정보(x_1 , y_1)와 화면 중앙 좌표 정보(0, 0)를 기준으로 사각형을 추출하여 비교분석영역 A를 추출한다.
- [0061] 또한, 오차 검증 모듈(240)은 화면 중앙 좌표 정보(0, 0)를 기준으로 검증 좌표 정보(x_1 , y_1)만큼의 거리를 (Δa , Δb)라고 하고, 이 값을 Δx 와 Δy 로 나누어 로봇의 이동값을 계산한다.
- [0062] 도 3의 (c) 및 (d)에 도시된 바와 같이, 오차 검증 모듈(240)은 로봇(100)이 로봇의 이동값만큼 이동한 후 화면 중앙 좌표 정보를 기준으로 ($-\Delta a/2$, $-\Delta b/2$)만큼 이동한 곳에서 비교분석영역A의 사이즈에서 비전 오차 허용값만큼의 사이즈를 더한 크기의 비교분석영역B를 추출한다.
- [0063] 도 4에 도시된 바와 같이, 오차 검증 모듈(240)은 비교분석영역 A의 크기를 기준으로 비교분석영역 B에서 슬라이딩 윈도우 방식으로 SSIM을 이용해 이미지 유사도 검사를 수행하고, 이미지 유사도 검사가 50%이상 산출되는 경우에 정상적으로 좌표계가 통합(또는 통일)되었다고 판단한다. 이는 로봇(100)의 이동에 따라 카메라 장치(110)가 이동함으로써 빛의 반사로 휘도와 대비가 달라지기 때문에, 실증적인 테스트 결과를 통해 50%이상만 되어도 좌표계가 통일되었다고 할 수 있다.
- [0064] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇에서의 좌표계 통합 방법을 설명하는 순서도이다.
- [0065] 도 5를 참조하면, 비전 기반의 로봇의 좌표계 통합 시스템(200)은 로봇과 기 설정된 거리만큼 이격되어 설치되고, 로봇(100)과 통신망을 통해 좌표계 통합에 필요한 신호를 송수신할 수 있다.
- [0066] 먼저, 데이터 입력 모듈(210)은 정해진 기본 이동 단위만큼 이동하는 로봇(100)에 장착된 카메라 장치(110)를 통해 로봇의 움직임에 따른 영상 정보를 획득한다(S1).
- [0067] 데이터 추출 모듈(220)은 Farneback 알고리즘을 이용하여 영상 정보에 대해 현재 영상 프레임과 이전 영상 프레임의 전체 화면에 대해 기 설정된 크기의 마스크를 균등하게 분할하여, 마스크 분석을 통해 영상 프레임간의 움직임 변화량 정보를 추출한다(S2).
- [0068] 오차 분석 모듈(230)은 프레임마다 추출한 움직임 변화량 정보를 극좌표계로 변환하여 영상 프레임당 크기와 각도의 중앙값을 각각 누적하여 누적값을 산출한다(S3). 이후, 오차 분석 모듈(230)은 로봇(100)의 이동이 완료되

면, 움직임 변화량 정보를 토대로 전체적인 오차, 즉 누적값을 계산하여 로봇의 기본 이동 단위당 비전 오차 거리인 비전 오차 정보로 제공한다(S4).

[0069] 이때, 오차 분석 모듈(230)은 누적값을 이용하여 로봇의 이동값을 계산하고, 오차 검증시 로봇(100)이 로봇의 이동값에 따라 이동할 수 있도록 로봇의 이동값에 대한 제어 명령을 전송할 수 있다.

[0070] 오차 검증 모듈(240)은 비전 오차 정보를 기반으로 한 로봇의 이동값에 따라 로봇을 이동시켜 기 설정된 검증 영역에서 이미지들간의 휘도, 대비, 구조를 비교하는 SSIM을 이용한 이미지 유사도 검사를 통해 비전 오차 정보의 유효도를 검증한다(S5).

[0071] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇에서의 좌표계 통합 방법 중 오차 검증 과정을 설명하는 순서도이다.

[0072] 도 6을 참조하면, 오차 검증 모듈(240)은 비전 시스템의 화면상에 검증 영역을 생성하고(S11), 중점과 검증 좌표 정보 사이에서 비교분석 영역A를 추출한다(S12).

[0073] 오차 검증 모듈(240)은 화면 중앙 좌표 정보를 기준으로 검증 좌표 정보와의 거리(Δa , Δb)를 계산하고(S13), 비전 시스템의 화면상에서 로봇이 검증 좌표 정보만큼 이동되도록 로봇의 이동값을 산출한다(S14).

[0074] 로봇(100)은 로봇의 이동값에 따라 이동하고(S15), 화면의 중앙 좌표 정보를 기준으로 ($-\Delta a/2$, $-\Delta b/2$)만큼 이동한 지점에서 비교분석영역A의 사이즈에서 오차 허용값만큼의 사이즈를 더한 크기의 비교분석영역B를 추출한다(S16).

[0075] $x=0$, $ssim=0$ 이고, x 가 Δx 이하이며, $y=0$ 이고, y 가 Δy 이하이면, 비교 분석영역 B내의 비교분석영역A를 (x , y)만큼 슬라이딩 윈도우하여 SSIM으로 유사도를 검사한다(S17, S18, S19, S20, S21). 그러나, y 가 Δy 를 초과하면 $x=x+1$ 로 하여 단계 S18로 되돌아간다(S22).

[0076] 오차 검증 모듈(240)은 이미지 유사도 검사가 50%(0.5)이상 나올 경우에 정상적으로 좌표계가 통합되었다고 판단하고, SSIM이 0.5미만일 경우에 좌표계가 통합 실패되었다고 판단한다(S23~S28).

[0077] 한편, 도 5 및 도 6의 각 단계들은 본 발명의 구현예에 따라서 추가적인 단계들로 분할되거나, 더 적은 단계들로 조합될 수 있다. 또한, 일부 단계는 필요에 따라 생략될 수도 있고, 단계간의 순서가 변경될 수도 있다.

[0079] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 이러한 기록 매체는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함하며, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함하며, 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.

[0080] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0081] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

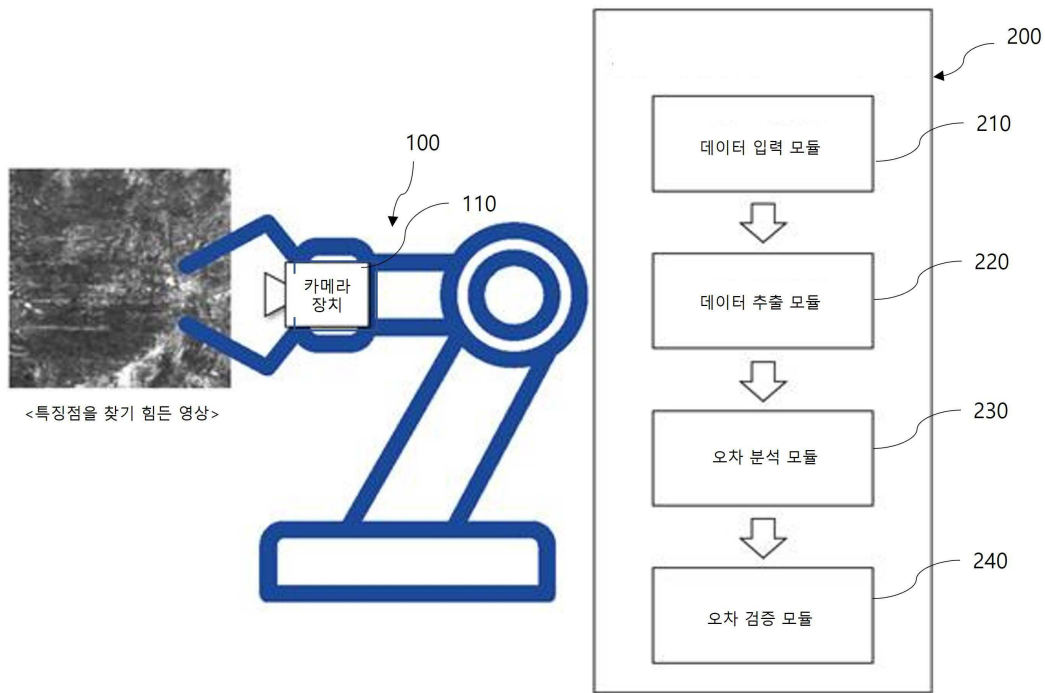
부호의 설명

- [0083] 100 : 로봇
110 : 카메라 장치
200 : 비전 기반 로봇의 좌표계 통합 시스템

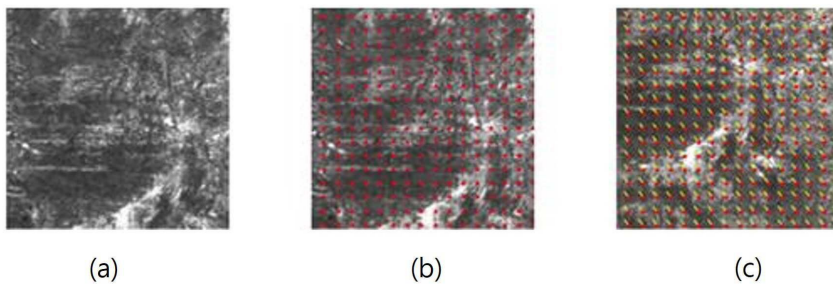
- 210 : 데이터 입력 모듈
- 220 : 데이터 추출 모듈
- 230 : 오차 분석 모듈
- 240 : 오차 검증 모듈

도면

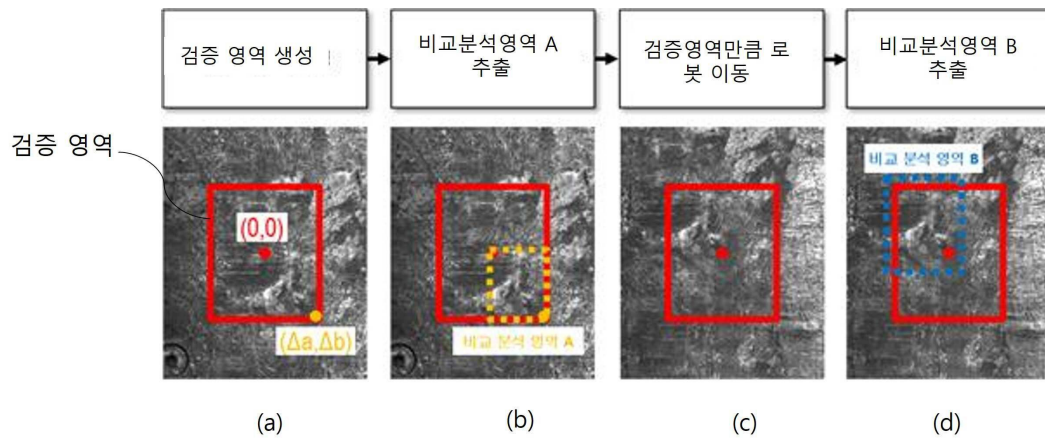
도면1



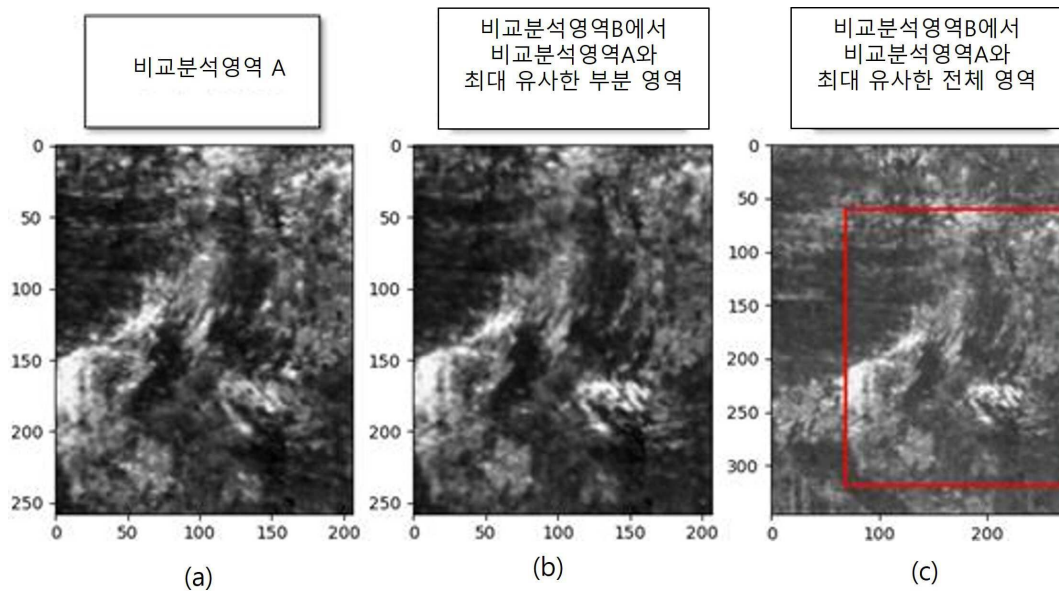
도면2



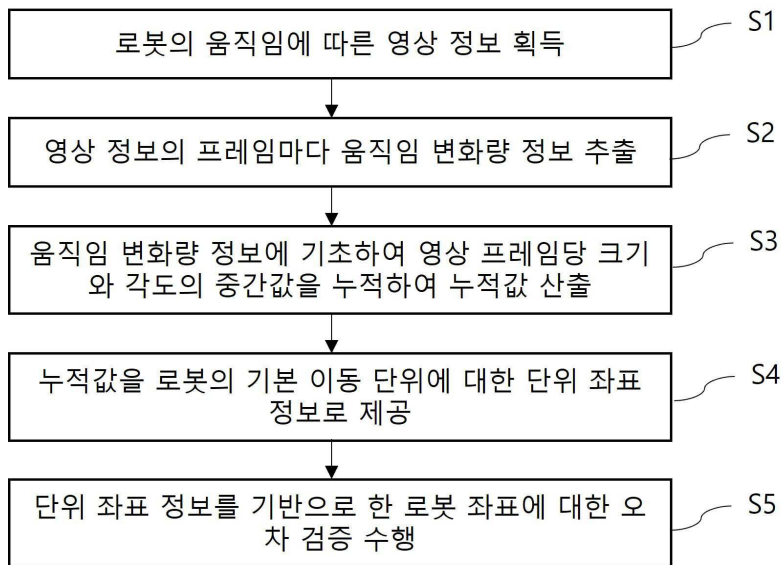
도면3



도면4



도면5



도면6

